

DIE INFORMATISCHE PERSPEKTIVE AUF INFORMATION AND MEDIA LITERACY — FUNDAMENTALE IDEEN DER INFORMATIK ALS GRUNDLAGE EINES COMPUTATIONAL-THINKING-CURRICULUMS

Andreas Dengel

Diese Publikation ist Teil des Projekts SKILL (Strategien zur Kompetenzentwicklung: Innovative Lehr- und Beratungskonzepte in der Lehrerbildung) an der Universität Passau. Das Projekt wird im Rahmen der gemeinsamen Qualitätsoffensive Lehrerbildung von Bund und Ländern aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung gefördert.

Einleitung

Unsere Fähigkeiten, Informationen zu lesen und diese zu schreiben (in irgendeiner Form längerfristig zu manifestieren), ermächtigen uns, unser eigenes Wissen in Medien zu transformieren und fremdes Wissen aus Medien zu extrahieren. Diese Fähigkeiten ermöglichen unsere fortlaufende Weiterentwicklung und das Aufbauen auf und das Anknüpfen an das Wissen unserer Mitmenschen und Vorfahren. Kein Wunder also, dass Literacy, welche im Englischen die Fähigkeit des Lesens und Schreibens bezeichnet, seit Jahrtausenden eine Schlüsselkompetenz zum Erfolg menschlicher Entwicklung und (Aus-)Bildung darstellt.

In dieser digitalisierten und medial überreizten Welt aufwachsende Generationen, dem Wortlaut Prenzkys folgend allesamt sogenannte ‚digital natives‘ (Prensky, 2001, S. 1), lernen auf völlig natürliche Art und Weise, in und mit diesen analogen, digitalen und augmentierten Umgebungen zu interagieren. Aber ist die Fähigkeit, Informationen aus allen Formen von Medien extrahieren zu können und diese Medien für eigene gestalterische Zwecke im Sinne eines Prosumenten (s. u.a. Toffler, 1980, S. 266) nutzen zu können, wirklich genug? Reicht eine reine Anwenderkompetenz in der vernetzten Welt aus, um diese zu verstehen und sich kritisch-reflektiert in ebendieser bewegen, gemeinsam interagieren und erschaffen zu können?

Information and Media Literacy als multidisziplinärer Ansatz

Die Gesellschaft für Informatik erweiterte 2011 im sogenannten Dagstuhl-Dreieck eine auf Anwenderkompetenzen beschränkte Sichtweise auf die digital vernetzte Welt um eine gesellschaftlich-kulturelle und eine technologische Perspektive. Die *anwenderbezogene* Perspektive beschreibt hierbei die Auswahl und Nutzung von Systemen zur Umsetzung von individuellen und kooperativen Vorhaben im Sinne einer Orientierung entlang vorhandener Möglichkeiten und der Handhabung entsprechender Werkzeuge. Die *gesellschaftlich-kulturelle* Perspektive steht für die Wechselwirkungen zwischen der digitalen vernetzten Welt, Individuen und der Gesellschaft. Zuletzt wird die technologische Perspektive als Hinterfragung grundlegender Funktionsweisen und Wirkprinzipien von Systemen der digitalen vernetzten Welt ergänzt (Gesellschaft für Informatik, 2016, S. 3).

Auf Grundlage eines erweiterten Dagstuhl-Dreiecks vermittelt eine Digitale Bildung „Kompetenzen zur proaktiven und souveränen Lebensgestaltung von Individuen im Umgang mit Medien, Informationen und Phänomenen in der medialen, technischen und vernetzten Welt“ (Dengel, 2018, S. 23). Dabei werden komplementäre Sichtweisen „der technologischen Funktionsweisen und Wirkprinzipien digitaler Systeme“ (ebd.), deren Wechselwirkungen mit einer „postfaktische[n] Gesellschaft und dem Individuum als Prosumenten mit Informationen und Medien“ (ebd.) und einer „anwendungsbezogenen und wissensbezogenen Handhabung, Auswahl und Begründung digitaler Werkzeuge zur individuellen Zielerreichung sowie zur Unterstützung individueller Lernprozesse“ (ebd., S. 23-24) unter dem Begriff der Digitalen Bildung vereint.

Einer solchen multidisziplinären Annäherung folgt auch die Weiterentwicklung des erwähnten Literacy-Ansatzes in Bezug auf Informationen und Medien: „*Information and Media Literacy* soll dazu befähigen, die mit der Digitalisierung als komplexem techn(olog)ischen und soziokulturellen Transformationsprozess verbundenen vielschichtigen wie diversen Ursachen, Prozessen, Begleiterscheinungen und Folgen begrifflich fassen, empirisch beschreiben, theoretisch erklären, werte- und normenbezogen bewerten und in kritischer Reflexion auf Handlungsfelder unterschiedlichster Art beziehen zu können“ (Pollak et al., 2018, Kapitel 2.2.4.5: Arbeitsdefinition von *Information and Media Literacy* im Lehrprojekt IML im Positionspapier

„Interdisziplinäre Grundlagen der *Information and Media Literacy*“ in diesem Band).

Computational Thinking als Schlüsselfähigkeit einer *Information and Media Literacy*

Als eine Kernkomponente der *Information and Media Literacy* (IML) aus naturwissenschaftlich-informatischer Sicht beinhaltet Computational Thinking (CT) unter anderem die Bereiche *Algorithmisierung (mit Automatisierung, Kybernetik und Machine Learning)*, *Repräsentation von Informationen*, *Strukturierung und Koordination* sowie *Vernetzung und Kommunikation* (ebd., Kapitel 2.1.6.4: Naturwissenschaftlich-informatische Aspekte einer Medienanthropologie im Sinne des Computational Thinking im Positionspapier „Interdisziplinäre Grundlagen der *Information and Media Literacy*“ in diesem Band). Hierbei soll CT als Denkprozess zur Formulierung von Problemen und deren Lösungen durch Abstraktion und Dekomposition zur effektiven Verarbeitung durch einen Computer (Wing, 2014, S. 33) dazu dienen, sowohl den Digitalisierungsprozess als auch den (digitalen) Verarbeitungsprozess zu verstehen.

CT setzt dafür einen ersten Fokus auf den Transfer von Informationen der realen oder fiktiven Welt in eine digitale Umgebung¹ unter Zuhilfenahme von Abstraktion und Kodierungsprozessen. Ein zweiter Fokus von CT liegt in der (automatischen) Verarbeitung der digital repräsentierten Informationen. Die Prozesse der Repräsentation und Verarbeitung von (digitalisierten) Informationen in digitalen Medien verknüpft die Kernbereiche von IML, wodurch CT eine Schlüsselfähigkeit zur Aneignung einer IML darstellt.

Auf Grundlage der oben genannten Themen wurde im Rahmen des gleichnamigen *SKILL*² -Lehrprojekts *Information and Media Literacy* ein Grundlagenseminar zur Vermittlung von CT entwickelt, durchgeführt

¹ Aufgrund technologischer Entwicklungen einhergehend mit bestimmten Designentscheidungen bei der Fertigung von Computern bedeutet eine digitale Umgebung in der heutigen Zeit eine Folge von elektrischen Signalen zur Repräsentation von Nullen und Einsen, welche selbst wiederum abstrahiert Informationen aus der realen oder fiktionalen Welt darstellen. Andere Kodierungssysteme, wie das Verwenden verschiedener Stromfrequenzen zur Darstellung von drei oder mehr Zuständen haben sich nicht durchgesetzt:

² *SKILL* steht für „Strategien zur Kompetenzentwicklung: Innovative Lehr- und Beratungskonzepte in der Lehrerbildung“. Es ist ein vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördertes Projekt zur Weiterentwicklung der Lehrerinnen- und Lehrerbildung, an dem mehrere Fakultäten und Einrichtungen der Universität Passau beteiligt sind.

und iterativ evaluiert. Das Seminar ‚Ideen der Informatik‘ ist Teil des Grundlagenmoduls des IML-Zertifikats, das im Folgenden näher erklärt wird.

Fundamentale Ideen der Informatik als Konzept zur Vermittlung von Computational Thinking im Rahmen einer *Information and Media Literacy*

Das IML-Zertifikat ist eine Zusatzqualifikation für Lehramtsstudierende aller Schularten und -fächer an der Universität Passau. In diesem Rahmen sollen die Studierenden zu sogenannten *Information and Media Literates* qualifiziert werden (s.a. Pollak et al., 2018, Kapitel 3: Entwicklung von curricularen und didaktischen Lehr-Lernkonzepten zur Vermittlung von IML im Positionspapier „Interdisziplinäre Grundlagen der *Information and Media Literacy*“ in diesem Band). Zum Zertifikat gehören ein Grundlagen- und ein Vertiefungsmodul. Das Grundlagenmodul besteht neben der Veranstaltung zum informatischen Bereich aus einer (medien-)pädagogischen Veranstaltung (s. den Beitrag *Medienprojekte als Ausstellungsobjekte* in diesem Band), einer Einführungsveranstaltung in die Mediensemiotik und dem innovativen IML-Think-Tank-Format (s. den Beitrag *Die Denkfabrik als Innovatives Veranstaltungsformat* in diesem Band). Alle Veranstaltungen beziehen sich dezidiert auf IML. Zur Verbesserung der Lehrerinnen- und Lehrerbildung im fächer- und schulartübergreifenden Kontext und unter der Einschränkung einer 5 ECTS umfassenden Informatikdidaktik-Grundlagenveranstaltung wurden die Inhalte der Veranstaltung *Ideen der Informatik* nach dem Konzept der fundamentalen Idee ausgewählt. Eine fundamentale Idee³ in Bezug auf eine Wissenschaft „ist ein Denk-, Handlungs-, Beschreibungs- oder Erklärungsschema, das in verschiedenen Bereichen (der Wissenschaft) vielfältig anwendbar oder erkennbar ist (Horizontalkriterium), auf jedem intellektuellen Niveau aufgezeigt und vermittelt werden kann (Vertikalkriterium), in der historischen Entwicklung (der Wissenschaft) deutlich wahrnehmbar ist und längerfristig relevant bleibt (Zeitkriterium), einen Bezug zu Sprache und Denken des Alltags und der Lebenswelt besitzt (Sinnkriterium)“ (Schwill, 1997, S. 8).

Im Zuge des fach- und schulartübergreifenden Charakters des Grundlagenseminars wurden fundamentale Ideen der Informatik ausgewählt,

³ Schwill arbeitet hier im Wesentlichen das Konzept von Bruner (1960) weiter aus und überträgt Vorarbeiten u.a. aus dem Bereich der Mathematik in das Fachgebiet der Informatik.

welche das Vertikalkriterium, das Zeitkriterium sowie das Sinnkriterium nach Schwill erfüllten und thematisch in das CT-Konzept einer *IML* passten. Das Horizontalkriterium wurde vernachlässigt, da es für fachfremde Lehramtsstudierende schlichtweg unrealistisch und auch eher irrelevant ist, durch eine Veranstaltung im Umfang von 5 ECTS weiterführende Zusammenhänge im breiten Fachbereich der Informatik zu erkennen. Vielmehr wurde der Fokus des CT-Grundlagencurriculums auf ein über reine Anwenderkompetenz hinausgehendes Verständnis, auf einen „Blick unter die Motorhaube“, gerichtet. Die identifizierten Themenbereiche waren damit *Repräsentation von Information, Entwicklungsprozesse, Bausteine von Algorithmen, Netzwerke, Datensicherheit und Datenschutz, Sprache sowie Sensoren und Aktoren*. Auf diese Themenbereiche als Teil der *IML*-Veranstaltung wird nun im Folgenden vertieft eingegangen.

Repräsentation von Information

Der Prozess der Digitalisierung einer Information im Sinne einer Repräsentation eines realen oder fiktionalen Phänomens in Einsen und Nullen ist als grundlegende Idee hinter jeder Wissenskodierung nicht nur ein unverzichtbarer Teil einer *IML*, sondern auch bayernweit Teil des Schullehrplans für das Fach Informatik (s. a. ISB München, 2004a, ISB München, 2004b). Die Fähigkeit zur Abstraktion von realen bzw. fiktionalen Phänomenen und zur (Daten-)Strukturierung stellt damit auch eine Fähigkeit im *IML*-Kanon dar.

Als einführende Themenbereiche des Seminars wurden das Binärsystem und das Hexadezimalsystem sowie Möglichkeiten der Repräsentation von Zahlen und Buchstaben in diesen Systemen ausgewählt. Aufbauend hierauf werden Pixelgrafiken aus Hexcode-Farbdaten erstellt. Durch das Testen verschiedener Kompressionstechniken soll ein Gefühl für die Relation zwischen Kodierungsmechanismen und dem Speicherplatz als zentraler einschränkender Variable digitaler Medien geschaffen werden. Als weitere Form der Repräsentation von Bildern werden Vektorgrafiken und -objekte behandelt.

Entwicklungsprozesse

Auch der Prozess der Softwareentwicklung wurde von Schwill als eine fundamentale Idee der Informatik identifiziert. Hierbei stehen konkret die Denkprozesse während der einzelnen Phasen der Entwicklung im Fokus: Problemanalyse, Entwurf, Implementierung sowie Funktions- und Leistungsüberprüfung (Schwill, 1997, S. 15–18).

Für ein aufwändiges Softwareprojekt kann das Grundlagenseminar aufgrund der zeitlichen Beschränkung nicht genügend Raum bieten, weswegen eine Einführung in Entwicklungsprozesse an das Themengebiet der Vektorobjekte angedockt wurde. Dabei entwerfen und realisieren die Studierenden einen 3D-Druck, indem das Projektvorhaben (dieses kann entweder vorgegeben sein oder frei gewählt werden) und die Anforderungen an das Produkt zunächst genau beschrieben werden (Problemanalyse). Hiervon ausgehend wird ein händischer Modellentwurf mit exakten Maßen und Ansichten skizziert und in der Implementierungsphase in einer 3D-Grafiksoftware erstellt. Das fertige 3D-Objekt wird dann mit dem 3D-Drucker ausgedruckt und auf die Projektanforderungen und Spezifikationen hin überprüft.

Bausteine von Algorithmen

Algorithmisches Denken nimmt als großer Teil von CT auch als Programmieren einen entsprechenden Anteil in den bayerischen Lehrplänen für Informatik ein (s.a. ISB München, 2004a, ISB München, 2004b). Die Kernidee des Programmierens ist dabei die Algorithmisierung, die Zerlegung eines Problemlöseprozesses in einzelne Teilschritte (Schwill, 1997, S. 17). Diese Teilschritte eines Algorithmus als „Handlungsvorschrift zur Lösung eines Problems bzw. einer Kategorie von Problemen“ (Gallenbacher, 2017, S. 13) bestehen hierbei aus verschiedenen Bausteinen.

Die in der IML-Grundlagenveranstaltung beinhalteten Bausteine sind dabei die Anweisung, Sequenz, Bedingung, Wiederholung mit fester Anzahl sowie die Wiederholung mit Bedingung. Dabei sollen die algorithmischen Bausteine zwar mit einer didaktischen Entwicklungsumgebung erlernt werden, jedoch gleichzeitig auch ein Transfer zu Problemlösefähigkeiten

des Alltags geschaffen werden. Als fortgeschrittenes Beispiel kann hier etwa der Prozess der Wegfindung bei Navigationssystemen⁴ dienen.

Netzwerke

Das Internet ist heutzutage allgegenwärtig, obgleich es im Alltag physisch nur in Form der entsprechenden Endgeräte in Erscheinung tritt. Das führt dazu, dass sich sowohl auf Seiten der SchülerInnen wie auch auf Seiten von Lehrkräften leicht Fehlvorstellungen bezüglich des Aufbaus des Internets entwickeln können, was wiederum zu Fehlannahmen bezüglich dessen Funktionsweise führen kann. Eine mögliche Fehlvorstellung kann hierbei beispielsweise die Idee der zentralisierten Vernetzung (eine Vernetzungsstruktur mit einem zentralen Knotenpunkt als Mitte des Internets) sein. Nach den Ergebnissen einer Studie von Dengel und Heuer (2017, S. 93-95) ist diese Fehlvorstellung bei Primarschullehrkräften besonders ausgeprägt, was bei bestehenden Fragen von Kindern über ihre digitale Umwelt besonders problematisch sein kann.

Im Grundlagenseminar wird daher ausgehend von der Idee eines Spiralcurriculums nach Hennecke (2015, S. 164) als grundlegender Baustein die Idee der dezentralisierten Vernetzung (eine Vernetzungsstruktur ohne zentralen Mittelpunkt mit vielen verschiedenen möglichen Kommunikationswegen) fokussiert. Ausgehend von der Idee werden verschiedene Kommunikationsszenarien durchgespielt, welche unter diversen Funktions- und Ausfallbedingungen die Vorteile eines dezentralen Netzwerks zeigen. Gleichzeitig werden durch die im Vergleich zu Netzwerken mit einem zentralen Knotenpunkt komplexeren algorithmischen Herausforderungen der Routenfindung Parallelen zum vorangegangenen Kapitel gezogen. Als Exkurs bietet sich hier die Funktionsweise von Suchmaschinen an, indem Hypertextdokumente erläutert werden und Indexierungsprozesse sowie Rangierungsprinzipien vorgestellt oder erarbeitet werden.

⁴ Die Geschwindigkeit von Wegfindungsprozessen bei Navigationssystemen liegt beispielsweise nicht maßgeblich an der verwendeten Hardware, sondern vielmehr am effizienten Design des jeweils zugrundeliegenden Algorithmus.

Datensicherheit und Datenschutz

Themen des Datenschutzes sind im Zeitalter sozialer Netzwerke und digitaler Kommunikation von besonderem Interesse. Dementsprechend lassen auch der steigende Wert von Daten und der Wunsch nach verlustfreier Datenübertragung die Datensicherheit zu einem wichtigen aktuellen Thema werden. Aufbauend zum Thema der Kommunikation in dezentralisierten Netzwerken eröffnen sich entsprechende Fragen zur Datensicherheit und zum Datenschutz.

Zum Thema Datenschutz werden daher im *IML*-Seminar die symmetrische und die asymmetrische Verschlüsselung behandelt. Anhand des Public- und Private-Key-Konzepts (Stallings, 1999, S. 165) der asymmetrischen Verschlüsselung werden Verfahren zum Verschlüsseln im Sinne des Signierens von Nachrichten sowie zum Verschlüsseln im Sinne des Schutzes vor unbefugtem Lesen erklärt.

Sprache

Neben der Kommunikation mit anderen Menschen ist auch ein Verständnis für die Sprache automatischer Informationsverarbeitungsprozesse interessant. Reguläre sowie kontextfreie Grammatiken haben eine hohe Relevanz für einfache Rechnermodelle und Automaten, wie sie im alltäglichen Leben zu finden sind (automatische Telefonansagen, Bankautomaten usw.), was diesem Thema der theoretischen Informatik einen starken Alltagsbezug verschafft (Computer Science Unplugged, 2002, S. 99). Schwill identifizierte das Thema Sprache mit den Konzepten der Syntax (Schwerpunkte Erkennen und Erzeugen) und der Semantik (Schwerpunkte Konsistenz, Vollständigkeit und Transformation) als eine fundamentale Idee der Informatik (Schwill, 1997, S. 18-23).

Das *IML*-Seminar behandelt als kurzen Einblick in den Bereich der regulären Sprachen die Konstruktion endlicher Automaten anhand eines Praxisbeispiels und erklärt so die Funktionsweise eines einfachen Automaten aus dem Alltag (beispielsweise ein Kaffeeautomat mit begrenztem Münzeinwurf). Hierdurch werden die Begriffe des Alphabets, des Zustands allgemein, des Start- und Endzustands im Speziellen sowie der Übergangsfunktion erläutert. Anhand einfacher weiterer Beispiele werden dann weitere Verarbeitungsprozesse

durch endliche Automaten skizziert. Ein Exkurs kann hierbei auch das Halteproblem in einer einfachen Darstellung behandeln.

Sensoren und Aktoren

Sensoren zum Erfassen von Umgebungs- oder Objektdaten und Aktoren zum Agieren mit selbigen umgeben uns nicht nur in Form von Robotern. Sensoren und Aktoren verwenden wir auch anderweitig in unserem Alltag, beispielsweise in mobilen Endgeräten, Wearables oder auch Smart Clothes. Die Verarbeitung von Sensordaten und die Ansteuerung von Aktoren hängt dabei eng mit der Konstruktion von Algorithmen zusammen, wie sie im Themenblock Bausteine von Algorithmen behandelt wird. Hierbei stellen die Konzepte Steuern und Regeln zentrale Ideen von Sensoren und Aktoren dar. Die Grundlagenveranstaltung des *IML-Zertifikats* schließt mit dem Themenblock zu Sensoren und Aktoren den Kreis zu den Einstiegsmodulen *Repräsentation von Information und Bausteine von Algorithmen*, indem der Transfer realer Informationen in codierte Daten durch Sensoren, die Umsetzung realer Vorgänge aus verarbeiteten Daten durch Aktoren sowie die Verarbeitung dieser Daten durch Algorithmen behandelt werden. In einer didaktischen Programmierungsumgebung sollen hierzu Programme erstellt werden, mit welchen zunächst Sensordaten erfasst und ausgegeben sowie einzelne Aktoren angesteuert werden können. Hierauf aufbauend sollen durch bestimmte Umweltereignisse Steuerungsvorgänge ausgelöst werden (beispielsweise eine Kollisionsvermeidung bei einem fahrenden Roboter) und anhand von Umweltdaten Regelungsmechanismen um vorher festgelegte Werte bzw. Wertbereiche ausgeführt werden (beispielsweise die Programmierung einer Abstandsregelung, bei der ein Roboter den Abstand erhöht bzw. verringert, um einen bestimmten Abstand zum nächsten Gegenstand einzuhalten).

Verortung der Informatik-Inhalte im interdisziplinären IML-Curriculum

IML vereint in der Projektarbeit wie auch in der Zertifikatsstruktur inter- und transdisziplinär die Fachbereiche Didaktik der Informatik, Medienpädagogik, Neuere Deutsche Literaturwissenschaft/Mediensemiotik, Amerikanistik/Cultural Studies, Kunstpädagogik und Geschichtsdidaktik. Durch den

Grundlagencharakter der Fächer Didaktik der Informatik, Medienpädagogik und Mediensemiotik wird mit dem vorgestellten CT-Curriculum der fundamentalen Ideen eine wertvolle Grundlage für die Weiterarbeit in dem auf das Grundlagenmodul folgenden Anwendungsmodul (Verbundseminar zweier beteiligter Fachbereiche) sowie im abschließenden Transfermodul (eine individuelle Projektarbeit mit Präsentation) gesetzt. Auch Parallelen zu zeitgleich, im Vorfeld oder im Nachgang, besuchten anderen Grundlagenveranstaltungen können aus den verschiedenen Bereichen gezogen werden. Hierfür ist beispielsweise der interdisziplinäre *IML*-Think-Tank, welcher von allen beteiligten Fachbereichen bespielt wird, prädestiniert.

Die vorgestellten Themenbereiche *Repräsentation von Information, Bausteine von Algorithmen, Entwicklungsprozesse, Netzwerke, Datensicherheit und Datenschutz, Sprache* sowie *Sensoren und Aktoren* bilden ein solides Fundament für eine fachlich zumindest adäquate Teilhabe an aktuellen Diskussionen. Dadurch werden Fähigkeiten zum Schreiben und Lesen von (digitalen) Informationen in und mit (digitalen) Medien gefördert und verstärkt.

Für eine Mündigkeit im Sinne einer *IML* ist aber über diese informatischen Grundlagen hinaus auch die Beschäftigung mit anderen Perspektiven zwingend erforderlich. So müssen neben den technologischen Gegebenheiten und Voraussetzungen der Digitalisierung, welche die Informatik maßgeblich geprägt hat, auch beispielsweise gesellschaftliche, bildwissenschaftliche und historische Blickwinkel auf Informationen und Medien eingenommen werden. Dass *IML* in der heutigen Informations-, Medien-, und Wissensgesellschaft eine grundlegende Qualifikation einer jeden Lehrkraft sein muss, zeigt die enge Verzahnung der Inhalte des CT-Curriculums sowohl miteinander, als auch mit anderen Inhaltsbereichen der *IML*. Die Vereinigung dieser Einzelsichtweisen erfolgt dann im besten Fall im Verbund mehrerer Fachdisziplinen, im Projekt oder direkt in der Schulpraxis.

Literaturverzeichnis

- Computer Science Unplugged. (2002) Treasure Hunt – Finite State Automata. Verfügbar unter <http://csunplugged.org/finite-state-automata/> (05.06.2018).
- Dengel, A. (2018). Digitale Bildung: ein interdisziplinäres Verständnis zwischen Medienpädagogik und Informatik. In T. Brinda, I. Diethelm, S. Kommer, & K. Rummeler (Hrsg.), *Medienpädagogik und Didaktik der Informatik. Eine Momentaufnahme disziplinärer Bezüge und schulpraktischer Entwicklungen*. (Vol. 32, S. 11-26).
- Dengel, A., & Heuer, U. (2017). Aufbau des Internets: Vorstellungsbilder angehender Lehrkräfte. In I. Diethelm & G. f. I. e. Gesellschaft für Informatik e.V. Bonn (Hrsg.), *GI-Edition. Proceedings: Vol. 274 „Informatische Bildung zum Verstehen und Gestalten der digitalen Welt“: 17. GI-Fachtagung Informatik und Schule vom 13.-15. September 2017 in Oldenburg* (S. 87-96). Bonn: Köllen.
- Gallenbacher, J. (2017). *Abenteuer Informatik: IT zum Anfassen für alle von 9 bis 99 vom Navi bis Social Media* (4. Aufl. 2017). Berlin: Springer. Verfügbar unter <http://www.springer.com/> (06.06.2018).
- Gesellschaft für Informatik. (2016) Dagstuhl-Erklärung: Bildung in der Digitalen Welt. Verfügbar unter <https://www.gi.de/fileadmin/redaktion/Themen/dagstuhl-erklaerung-bildung-in-der-digitalen-welt-2016.pdf> (11.04.2017).
- Hennecke, M. (2015). Modellvorstellungen zum Aufbau des Internets. In J. Gallenbacher (Hrsg.), *Informatik allgemeinbildend begreifen*. (S. 155-164) Bonn: Gesellschaft für Informatik e.V.
- ISB München. (2004a) Lehrplan Informatik. Verfügbar unter <http://www.isb-gym8-lehrplan.de> (06.06.2018).
- ISB München. (2004b) Lehrplan Natur und Technik. Verfügbar unter <http://www.isb-gym8-lehrplan.de> (06.06.2018).
- Pollak, G., Decker, J.-O., Dengel, A., Fitz, K., Glas, A., Heuer, U., Huang, V., Knapp, D., Knauer, J., Makeschin, S., Michler, A., & Zimmermann, A. (2018). Interdisziplinäre Grundlagen der Information and Media Literacy (IML): Theoretische Begründung und (hochschul-)didaktische Realisierung – Ein Positionspapier. In *PAradigma Themenheft: Information and Media Literacy* (S.9-129).
- Prensky, M. (2001) Digital Natives, Digital Immigrants Part 1. In *On the Horizon*, 9(5), S. 1-6. Verfügbar unter <https://doi.org/10.1108/10748120110424816> (06.06.2018).
- Schwill, A. (1997). *Fundamentale Ideen der Informatik*. Oldenburg.
- Stallings, W. (1999). *Cryptography and Network Security: Principles and practice* (2. ed.). Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall.
- Toffler, A. (1980). *The Third Wave*. New York: Morrow.
- Wing, J. (2014). „Computational Thinking Benefits Society“, 40th Anniversary Blog of Social Issues in Computing. Verfügbar unter <http://socialissues.cs.toronto.edu/index.html%3Fp=279.html> (05.04.2018).